



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 34 293 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
F 02 M 61/18
F 02 M 69/04
F 02 M 51/06

②① Aktenzeichen: 100 34 293.0
②② Anmeldetag: 14. 7. 2000
④③ Offenlegungstag: 25. 1. 2001

③① Unionspriorität:
11-202243 15. 07. 1999 JP

⑦① Anmelder:
Unisia Jecs Corp., Atsugi, Kanagawa, JP

⑦④ Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 81479
München

⑦② Erfinder:
Misawa, Tomoichi, Atsugi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung

⑤⑦ Eine elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung umfaßt ein Gehäuse mit einem axialen Kraftstoffdurchgang, ein Ventilelement, das in einer axialen Richtung des Kraftstoffdurchgangs bewegbar ist, ein Ventilsitzelement, das in dem Gehäuse angeordnet und dem Ventilelement zugeordnet ist, eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung, die das Ventilelement bewegt, eine Öffnungsplatte, die in Strömungsrichtung hinter dem Ventilsitzelement angeordnet ist, und eine Halteeinrichtung, die die Öffnungsplatte trägt. Die Öffnungsplatte weist eine Mehrzahl von Öffnungen auf, die durch einen Elektroformungsprozeß hergestellt sind und einen relativ kleinen Durchmesser aufweisen. Die Halteeinrichtung ist plastisch verformbar, um das Ventilsitzelement in dem Kraftstoffdurchgang zu verschieben, um den Ventilhub des Ventilelements einzustellen.

DE 100 34 293 A 1

DE 100 34 293 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Kraftstoffeinspritzeinrichtungen, die zum Abgeben von Kraftstoff in einen Motor, wie z. B. einen Kraftfahrzeug- bzw. Automobilmotor, geeignet verwendet werden können.

Kraftstoffeinspritzeinrichtungen, die bei Kraftstoffeinspritzsystemen für Kraftfahrzeugmotoren verwendet werden, umfassen im allgemeinen ein Gehäuse mit einem axialen Kraftstoffdurchgang, ein Ventilsitzelement, das in dem Kraftstoffdurchgang angeordnet ist und das einen Kraftstoffauslaß definiert, der mit dem axialen Kraftstoffdurchgang kommuniziert, ein Ventilelement, das in dem axialen Kraftstoffdurchgang zwischen einer geschlossenen Stellung, in der sich das Ventilelement in Kontakt mit dem Ventilsitzelement befindet, um eine Fluidkommunikation zwischen dem Kraftstoffdurchgang und dem Kraftstoffauslaß zu verhindern, und einer vollständig offenen Stellung bewegbar ist, in der sich das Ventilelement nicht in Kontakt mit dem Ventilsitzelement befindet, um eine Fluidkommunikation einzurichten, und eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung, die das Ventilelement in Richtung der vollständig offenen Stellung bewegt.

Bei den Kraftstoffeinspritzeinrichtungen, wie z. B. bei dem oben beschriebenen, herkömmlichen, elektromagnetischen Typ, kann eine Öffnungsplatte verwendet werden, die das Ventilsitzelement bedeckt. Die Öffnungsplatte weist eine Mehrzahl von Öffnungen zum Zerstäuben des Kraftstoffes auf, der über den Kraftstoffdurchgang des Gehäuses aus dem Kraftstoffauslaß des Ventilsitzelements fließt. Wenn das Ventilelement in der vollständig offenen Stellung plaziert ist, wird der Kraftstoff, der durch den Kraftstoffdurchgang fließt, aus den Öffnungen in Richtung eines Einlaßkanals bzw. eines Einlaßtors des Motors gesprüht. Die Öffnungsplatte ist aus einem dünnen Metallblech gebildet, das durch ein geeignetes Verfahren, wie z. B. eine Preßformung, hergestellt ist. Die Öffnungen in der Öffnungsplatte weisen jeweils einen vorbestimmten Durchmesser auf, der von etwa 0,14 bis etwa 0,2 mm reicht. Die Öffnungen werden durch eine geeignete Lochbildungs- oder Stanztechnik, wie z. B. durch Bohren, eine EDM-Bearbeitung (EDM = electrical discharge machining = elektro-erosive Bearbeitung) oder dergleichen, gebildet. Bei diesen herkömmlichen Techniken hat man versucht, eine Öffnungsplatte zu verwenden, deren Öffnungen jeweils entsprechend der Ausgestaltung der Einlaßkanäle des Motors in viele unterschiedliche Richtungen winkelmäßig ausgerichtet sind. Wenn das Ventilelement in der vollständig offenen Stellung plaziert ist, wird der Kraftstoff durch die Öffnungen gesprüht, um den Kraftstoffstrom zu erzeugen, der jeweils in die unterschiedlichen Richtungen gerichtet ist.

Es ist bekannt, daß der Durchmesser jedes Kraftstoffteilchens, das durch die Öffnung zerstäubt wird, um so kleiner wird, um so kleiner der Durchmesser jeder Öffnung ist, die durch die oben beschriebenen herkömmlichen Lochbildungstechniken erzeugt wird. Dies kann die Verbrennung des Kraftstoffes in dem Motor verbessern. Daher besteht ein Bedarf darin, eine Öffnungsplatte vorzusehen, deren Öffnungen jeweils einen auf das Minimum reduzierten Durchmesser aufweisen. Für den Fall jedoch, daß die Öffnungen durch Bohren erzeugt werden, ist der minimale Durchmesser jeder Öffnung tendenziell auf den oben beschriebenen Wert, d. h. auf etwa 0,14 mm, begrenzt. Für den Fall, daß die Öffnungen durch eine EDM-Bearbeitung erzeugt werden, ist der minimale Durchmesser jeder Öffnung, wie oben beschrieben, tendenziell auf etwa 0,2 mm begrenzt. Folglich gibt es Grenzen bei der Bildung der Öffnungen mit einem wunschgemäß reduzierten Durchmesser, wenn diese her-

kömmlichen Lochbildungstechniken verwendet werden. Daher ist es schwierig, eine Verringerung des Durchmessers der Kraftstoffteilchen, die durch die Öffnungen zerstäubt werden, zu erreichen und das Kraftstoffeinspritzverhalten der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zu verbessern.

Falls die Öffnungen andererseits durch Ätzen hergestellt werden, werden die Öffnungen nicht mit einer hohen Genauigkeit gebildet. Daher werden Unregelmäßigkeiten bezüglich des Durchmessers der Öffnungen und bezüglich des Neigungswinkels derselben auftreten. Folglich wird es nicht ohne weiteres möglich sein, eine Öffnungsplatte zu erzeugen, deren Öffnungen denselben Durchmesser aufweisen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung zu schaffen, die eine Öffnungsplatte verwendet, deren Öffnungen einen verringerten Durchmesser aufweisen, um dadurch den Durchmesser der Kraftstoffteilchen reduzieren zu können, die durch die Öffnungen zerstäubt werden, wodurch die Leistungsfähigkeit der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erhöht und ferner die Verbrennung des zerstäubten Kraftstoffes in dem Motor verbessert wird.

Diese Aufgabe wird durch eine elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1 und Anspruch 11 gelöst.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung geschaffen, die folgende Merkmale aufweist:

ein Gehäuse mit einem Endabschnitt und einem axialen Kraftstoffdurchgang, der sich durch den einen Endabschnitt erstreckt;

ein Ventilsitzelement, das in dem Kraftstoffdurchgang an dem einen Endabschnitt des Gehäuses angeordnet ist, wobei das Ventilsitzelement einen Auslaß und einen Ventilsitz, der den Auslaß umgibt, aufweist;

ein Ventilelement, das in dem axialen Kraftstoffdurchgang angeordnet ist, um zwischen einer geschlossenen Stellung und einer vollständig offenen Stellung bewegbar zu sein, wobei das Ventilelement einen Ventilkörper aufweist, der sich mit dem Ventilsitz in Kontakt befindet, wenn das Ventilelement in der geschlossenen Stellung plaziert ist, und der sich nicht mit dem Ventilsitz in Kontakt befindet, wenn das Ventilelement in der vollständig offenen Stellung plaziert ist;

eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung, die das Ventilelement in Richtung der vollständig offenen Stellung bewegt; und

einer Öffnungsplatte, die in Strömungsrichtung hinter dem Auslaß in einer gegenüberliegenden Beziehung zu demselben angeordnet ist, wobei die Öffnungsplatte mit einer Mehrzahl von Öffnungen gebildet und durch einen Elektroformungsprozeß hergestellt ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung geschaffen, die folgende Merkmale aufweist:

ein Gehäuse, das einen axialen Kraftstoffdurchgang mit einem Ende aufweist;

ein Ventilsitzelement, das einen Auslaß definiert, der sich in einer Fluidkommunikation mit dem Kraftstoffdurchgang befindet und mit demselben axial ausgerichtet ist;

ein Ventilelement, das in einer axialen Richtung des Kraftstoffdurchgangs bewegbar ist, wobei das Ventilelement eine geschlossene Stellung aufweist, wenn sich das Ventilelement in Kontakt mit dem Ventilsitzelement befindet, um eine Fluidkommunikation zwischen dem Kraftstoffdurchgang und dem Auslaß zu blockieren, und eine offene Stellung aufweist, in der sich das Ventilelement nicht in Kontakt mit dem Ventilsitzelement befindet, um die Fluidkommuni-

kation zwischen dem Kraftstoffdurchgang und dem Auslaß zu ermöglichen;
eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung, die den Ventilkörper in die offene Stellung bewegt; und
eine Öffnungsplatte, die angeordnet ist, um in der axialen Richtung des Kraftstoffdurchgangs zusammen mit dem Ventilsitzelement bewegbar zu sein, wobei die Öffnungsplatte in Strömungsrichtung hinter dem Ventilsitzelement angeordnet ist, und wobei die Öffnungsplatte mit einer Mehrzahl von Öffnungen gebildet ist.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsquerschnitt einer elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht eines wichtigen Abschnitts der in Fig. 1 gezeigten Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

Fig. 3 eine vergrößerte Draufsicht einer Öffnungsplatte, die bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung verwendet wird;

Fig. 4 einen vergrößerten Querschnitt entlang der Linie 4-4 in Fig. 3;

Fig. 5-8 erläuternde Diagramme, die einen Prozeß zum Bilden der Öffnungsplatte zeigen;

Fig. 9 die Öffnungsplatte zusammen mit einer Halteeinrichtung und einem Ventilsitzelement vor dem Anbringen an einem Gehäuse der Kraftstoffeinspritzeinrichtung;

Fig. 10-11 erläuternde Diagramme, die eine Einstellung eines Ventilhubwertes eines Ventilelements der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zeigen;

Fig. 12 eine Ansicht, die der von Fig. 3 entspricht, wobei jedoch eine Öffnungsplatte gezeigt ist, die bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung eines zweiten Ausführungsbeispiels verwendet wird;

Fig. 13 eine vergrößerte Schnittansicht entlang der Linie 13-13 in Fig. 12;

Fig. 14 eine Ansicht, die der von Fig. 2 entspricht, wobei jedoch die Kraftstoffeinspritzeinrichtung eines dritten Ausführungsbeispiels gezeigt ist;

Fig. 15 ein Ansicht, die der von Fig. 3 entspricht, wobei jedoch eine Öffnungsplatte gezeigt ist, die bei der in Fig. 14 gezeigten Kraftstoffeinspritzeinrichtung verwendet wird;

Fig. 16 eine Querschnittansicht entlang der Linie 14-14 in Fig. 15;

Fig. 17 eine vergrößerte Teilansicht von Fig. 16, die einen gewölbten Abschnitt der Öffnungsplatte zeigt;

Fig. 18 ein erläuterndes Diagramm, das einen Prozeß zum Bilden des gewölbten Abschnittes der Öffnungsplatte zeigt;

Fig. 19 eine Ansicht, die der von Fig. 3 entspricht, wobei jedoch eine Öffnungsplatte gezeigt ist, die bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung eines vierten Ausführungsbeispiels verwendet wird;

Fig. 20 eine vergrößerte Querschnittsansicht entlang der Linie 20-20 in Fig. 19;

Fig. 21 eine Ansicht, die der von Fig. 3 entspricht, wobei jedoch eine Öffnungsplatte gezeigt ist, die bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung eines fünften Ausführungsbeispiels verwendet wird; und

Fig. 22 eine vergrößerte Querschnittsansicht entlang der Linie 22-22 in Fig. 21.

Im folgenden wird nun beziehungsweise auf Fig. 1 eine elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert.

Wie in Fig. 1 dargestellt ist, umfaßt die elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung eine Ventilanordnung mit einem Gehäuse 1, einem Ventilsitzelement 7 und einem

Ventilelement 8, die in dem Gehäuse 1 angeordnet und einander zugeordnet sind, wie es später erläutert wird. Das Gehäuse 1 ist als eine abgestufte zylindrische Form ausgestaltet und aus einem magnetischen Material, wie z. B. Edelstahl, hergestellt. Das Gehäuse 1 umfaßt einen Abschnitt 1A mit einem großen Durchmesser und einen Abschnitt 1B mit einem kleinen Durchmesser, die miteinander verbunden und einstückig miteinander gebildet sind. Der Abschnitt 1B mit einem kleinen Durchmesser weist einen Außendurchmesser auf, der kleiner als der des Abschnittes 1A mit einem großen Durchmesser ist. Der Abschnitt 1A mit einem großen Durchmesser ist an einer stromaufwärts liegenden Seite des Gehäuses 1 angeordnet, wobei der Abschnitt 1B an einer stromabwärts liegenden Seite desselben angeordnet ist. Das Gehäuse 1 weist einen sich axial erstreckenden Kraftstoffdurchgang 2 auf, der sich durch den Abschnitt 1A mit großem Durchmesser und den Abschnitt 1B mit kleinem Durchmesser erstreckt.

Die elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung umfaßt ferner eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung zum Betätigen des Ventilelements 8. Die elektromagnetische Betätigungseinrichtung umfaßt eine Kraftstoffröhre bzw. Kraftstoffleitung 4, die aus einem magnetischen Material, wie z. B. elektromagnetischem Edelstahl, hergestellt ist, und die bei einer Magnetisierung derselben als ein Polschuh wirkt, wie es später erläutert wird. Die Kraftstoffröhre 4 ist an einem stromabwärts liegenden Endabschnitt derselben über eine Kopplung 3, die aus einem nicht-magnetischen Material hergestellt ist, mit einem entfernten Ende des Abschnittes 1A mit großem Durchmesser des Gehäuses 1 verbunden. Die Kraftstoffröhre 4 umfaßt eine axiale Bohrung, die sich in einer Fluidverbindung mit dem Kraftstoffdurchgang 2 des Gehäuses 1 befindet und im wesentlichen mit demselben ausgerichtet ist. Ein Kraftstofffilter 5 ist in der axialen Bohrung des stromaufwärts liegenden Endabschnittes der Kraftstoffröhre 4 angeordnet. Ein Verbindungskern 6, der aus einem magnetischen Metallstück hergestellt ist, ist mit den äußeren Umfangsoberflächen der Kraftstoffröhre 4 und des Gehäuses 1 verbunden. Die Kraftstoffröhre 4 und das Gehäuse 1 sind folglich durch den Verbindungskern 6 jeweils miteinander magnetisch verbunden.

Das Ventilsitzelement 7, das eine allgemein zylindrische Form aufweist, ist mit einem sehr kleinen radialen Spielraum in dem Kraftstoffdurchgang 2 des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 angeordnet. Wie es in Fig. 2 dargestellt ist, definiert das Ventilsitzelement 7 eine Mittelbohrung, die mit dem Kraftstoffdurchgang 2 kommuniziert, und einen Auslaß 7A, der mit der Mittelbohrung verbunden ist. Der Auslaß 7A ermöglicht, daß der Kraftstoff, der in den Kraftstoffdurchgang 2 fließt, aus demselben abgegeben werden kann. Das Ventilsitzelement 7 umfaßt einen allgemein kegelförmigen Ventilsitz 7B, der um den Auslaß 7A angeordnet ist.

Das Ventilelement 8 ist in dem Kraftstoffdurchgang 2 des Gehäuses 1 bewegbar angeordnet. Das Ventilelement 8 umfaßt einen Ventilschaft 9, der sich in der axialen Richtung des Kraftstoffdurchgangs 2 erstreckt, einen röhrenförmigen Magnetanker 10, der an dem stromaufwärts liegenden Endabschnitt des Ventilschafts 9 befestigt ist, und einen allgemein kugelförmigen Ventilkörper 11, der an dem stromabwärts liegenden Endabschnitt des Ventilschafts 9 befestigt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Ventilschaft 9 durch Biegen eines Metallbleches zu einer allgemein zylindrischen Form ausgebildet. Der Anker 10 ist aus einem magnetischen Material hergestellt und in dem Kraftstoffdurchgang 2 zusammen mit dem Ventilschaft 9 und dem Ventilkörper 11 axial bewegbar. Der Anker 10 liegt einer stromabwärts liegenden Endfläche der Kraftstoffröhre 4 mit einem

vorbestimmten axialen Spielraum gegenüber. Der vorbestimmte axiale Spielraum ist als Ventilhub L des Ventilelements 8 dargestellt. Der Ventilkörper 11 weist auf seiner äußeren Umfangsoberfläche eine Mehrzahl von abgeschrägten Abschnitten auf. Das derart aufgebaute Ventilelement 8 hat eine geschlossene Stellung, wenn sich der Ventilkörper 11 mit dem Ventilsitz 7B des Ventilsitzelements 7 in Kontakt befindet, und eine vollständig offene Stellung, wenn sich der Ventilkörper 11 mit dem Ventilsitz 7B nicht in Kontakt befindet und sich der Anker 10 mit der stromabwärts liegenden Endfläche der Kraftstoffröhre 4 in Kontakt befindet. Das Ventilelement 8 wird durch die elektromagnetische Betätigungseinrichtung angetrieben, um sich in Richtung der vollständig offenen Stellung zu bewegen.

Die elektromagnetische Betätigungseinrichtung umfaßt eine Spule 12, die in der Nähe des entfernten, stromaufwärts liegenden Endes des Abschnittes 1A mit großem Durchmesser des Gehäuses 1 angeordnet ist. Die Spule 12 ist an einem Spulenkörper angebracht, der um den stromabwärts liegenden Endabschnitt der Kraftstoffröhre 4 und um die Koppelung 3 angeordnet ist. Wenn die Spule 12 erregt ist, wird durch das Gehäuse 1, die Kraftstoffröhre 4, den Verbindungskern 6 und den Anker 10 des Ventilelements 8 ein Magnetkreis gebildet. Der Anker 10 wird durch einen magnetischen Fluß angezogen, der auf die Erregung der Spule 12 hin in dem Magnetkreis hervorgerufen wird. Als Ergebnis wird das Ventilelement 8 entgegen einer Federkraft einer Druckschraubenfeder 13 axial von der geschlossenen Stellung in Richtung der vollständig offenen Stellung bewegt. Das Ventilelement 8 kann um den vorbestimmten Ventilhub L bewegt und in der vollständig offenen Stellung plaziert werden.

Die Druckschraubenfeder 13, die das Ventilelement 8 in Richtung der geschlossenen Stellung vorspannt, ist in der axialen Bohrung der Kraftstoffröhre 4 angeordnet. Ein Ende der Druckschraubenfeder 13 ist an dem stromaufwärts liegenden Endabschnitt des Ventilschafts 9 angebracht, wobei das andere Ende an einer Buchse 14 angebracht ist, die bezüglich des Filters 5 stromabwärts liegend fest in der axialen Bohrung der Kraftstoffröhre 4 angeordnet ist.

Eine Öffnungsplatte 15 ist in dem Kraftstoffdurchgang 2 des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 in einer gegenüberliegenden Beziehung zu dem Ventilsitzelement 7 angeordnet. Wie es in Fig. 3 und 4 dargestellt ist, weist die Öffnungsplatte 15 eine Scheibenform auf, wobei eine stromabwärts liegende, planare Oberfläche und eine stromaufwärts liegende, planare Oberfläche jeweils einander gegenüberliegen, wobei sich eine vorbestimmte Dicke T zwischen denselben erstreckt. Die vorbestimmte Dicke T kann etwa 0,05 bis 0,15 mm betragen. Die Öffnungsplatte ist aus einem dünnen Metallblech hergestellt, das durch einen Elektroformungsprozeß gebildet wird, der später erläutert wird. Die Öffnungsplatte 15 umfaßt einen äußeren Randbereich 15A, der an einer stromabwärts liegenden Endfläche des Ventilsitzelements 7 befestigt ist, und einen Mittelabschnitt 15B, der dem Auslaß 7A des Ventilsitzelements 7 gegenüberliegt. Die Öffnungsplatte 15 ist mit einer Mehrzahl von Öffnungen 16 versehen, die den Mittelabschnitt 15B durchdringen, um zu der stromaufwärts liegenden und stromabwärts liegenden Oberfläche offen zu sein. Die Öffnungen 16 weisen einen vorbestimmten Durchmesser auf, der in Fig. 4 durch D angegeben ist, und dieselben erstrecken sich jeweils parallel zueinander. Der vorbestimmte Durchmesser kann etwa 0,05 bis 0,14 mm betragen. Jede Öffnung 16 weist eine Achse auf, die sich entlang einer Richtung der Dicke T erstreckt.

Eine Halteeinrichtung 17 ist in Strömungsrichtung hinter der Öffnungsplatte 15 angeordnet und trägt die Öffnungs-

platte 15. Wie es in Fig. 2 dargestellt ist, umfaßt die Halteeinrichtung 17 einen Befestigungsabschnitt 17A, der an dem Abschnitt 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 befestigt ist, einen Trageabschnitt 17B, der an dem Ventilsitzelement 7 befestigt ist, und einen Ventilhubereinstellungsabschnitt 17C, der zwischen dem Befestigungsabschnitt 17A und dem Trageabschnitt 17B angeordnet ist. Der Trageabschnitt 17B ist im wesentlichen mit dem äußeren Randabschnitt 15A der Öffnungsplatte 15 ausgerichtet. Der Ventilhubereinstellungsabschnitt 17C ist plastisch verformbar, um auf eine Einstellung des Ventilhubes L des Ventilelements 8 hin eine axiale Verschiebung des Ventilsitzelements 17 zu ermöglichen, wie es später erläutert wird. Die Halteeinrichtung 17 ist typischerweise aus Metall hergestellt und zu einer allgemeinen Schalenform ausgebildet. Die Halteeinrichtung 17 umfaßt eine zylindrische Seitenwand, eine ringförmige, scheibenförmige, untere Wand, die mit der Seitenwand verbunden ist, und eine gekrümmte Eckwand, die sich zwischen der Seitenwand und der unteren Wand erstreckt. Die Seitenwand, die als der Befestigungsabschnitt 17A wirksam ist, ist an einer Schweißstelle bzw. Schweißnaht 18 mit einer inneren Umfangsoberfläche des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 verbunden. Die untere Wand, die als der Trageabschnitt 17B wirksam ist, ist zusammen mit dem äußeren Randabschnitt 15A der Öffnungsplatte 15 an einer ringförmigen Schweißstelle 19 mit der stromabwärts liegenden Endfläche des Ventilsitzelements 7 verbunden. Der Mittelabschnitt 15B der Öffnungsplatte 15 ist bezüglich einer stromabwärts liegenden Endöffnung des Gehäuses 1 durch eine Mittelloffnung der unteren Wand freiliegend. Die gekrümmte Eckwand, die als der Ventilhubereinstellungsabschnitt 17C wirksam ist, erstreckt sich entlang eines Umfangsrandes der Seitenwand radial nach innen.

Im folgenden wird wieder auf Fig. 1 Bezug genommen. Eine Abdeckung 20 erstreckt sich über den Abschnitt 1A mit großem Durchmesser des Gehäuses 1, über die Kraftstoffröhre 4 und den Verbindungskern 6. Die Abdeckung 20 ist aus einem Harzmaterial hergestellt und mit einem Verbinder 21 zum Erregen der Spule 12 der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung ausgebildet. Eine Schutzeinrichtung 22 ist an dem entfernten Ende des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 befestigt, um die Öffnungsplatte 15 und die Halteeinrichtung 17, die an dem entfernten Ende desselben angeordnet sind, zu schützen.

Im folgenden wird nun die Funktionsweise der elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzeinrichtung der Erfindung erläutert.

Wenn die Spule 12 der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung nicht erregt ist, wird das Ventilelement 8 durch die Vorspannungskraft der Feder 13 in der geschlossenen Stellung gehalten, so daß die Fluidkommunikation zwischen dem Kraftstoffdurchgang 2 des Gehäuses 1 und dem Auslaß 7A des Ventilsitzelements 7 verhindert wird.

Wenn die Spule 12 mit einem Strom, der durch den Verbinder 21 zugeführt wird, aktiviert wird, bewegt sich das Ventilelement 8 entgegen der Vorspannungskraft der Feder 13 infolge der magnetischen Anziehung, die durch das Gehäuse 1, die Kraftstoffröhre 4 und den Verbindungskern 6 an den Anker 10 angelegt wird, aus der geschlossenen Stellung. Wenn sich das Ventilelement 8 um den vorbestimmten Ventilhub L bewegt, um in der vollständig offenen Stellung plaziert zu werden, wird die Fluidkommunikation zwischen dem Kraftstoffdurchgang 2 und dem Auslaß 7A hergestellt. Der Kraftstoff, der aus der Kraftstoffröhre 4 zu dem Kraftstoffdurchgang 2 zugeführt wird, fließt in den Auslaß 7A des Ventilsitzelements 7 und wird durch die Öffnungen 16 der Öffnungsplatte 15 gesprüht. Der Kraftstoff wird folglich

zerstäubt, um eine Mehrzahl von Kraftstoffströmen zu bilden.

Als nächstes wird bezugnehmend auf die Fig. 5-8 ein Elektroformungsprozeß zum Herstellen der Öffnungsplatte 15 erläutert. Bei dieser Beschreibung wird der Ausdruck "Elektroformungsprozeß" verwendet, um einen Prozeß zu beschreiben, bei dem ein Material, das in Form gegossen werden soll, durch Plattieren auf einer Elektrodenoberfläche mit einer Maskenstruktur aufgebracht wird, um eine dünne Metallplatte mit einer Mikrostruktur zu bilden.

Wie es in Fig. 5 dargestellt ist, wird ein Resistfilm 32 auf einer Oberfläche einer Elektrodenplatte 31 gebildet. Wie es in Fig. 6 dargestellt ist, wird dann der Resistfilm 32 durch einen Photolithographieprozeß, einen Ätzprozeß oder einen beliebigen anderen geeigneten Prozeß selektiv abgetragen oder entfernt, um die Oberfläche der Elektrodenplatte 31 mit Ausnahme ausgewählter Abschnitte derselben, die entsprechend den Öffnungen 16 positioniert sind, freizulegen und um eine Mehrzahl von Masken 33 zu bilden, die die ausgewählten Abschnitte bedecken. Wie es in Fig. 7 dargestellt ist, wird anschließend durch Plattieren ein Metallfilm 34 auf die freiliegenden Abschnitte der Oberfläche der Elektrodenplatte 31 aufgebracht. In diesem Zustand bedeckt der Metallfilm 34 den freiliegenden Abschnitt der Oberfläche der Elektrodenplatte 31. Wie es in Fig. 8 dargestellt ist, werden als nächstes die Masken 33 von den ausgewählten Abschnitten der Oberfläche der Elektrodenplatte 31 entfernt, und der Metallfilm 34 wird von der Oberfläche der Elektrodenplatte 31 getrennt. Die Öffnungsplatte 15, die mit den Öffnungen 16 ausgebildet ist, ist somit hergestellt.

Das Ventilsitzelement 7, die Öffnungsplatte 15 und die Halteeinrichtung 17 werden zusammengesetzt, um eine Einheit zu bilden, wobei dieselben dann auf die folgende Art und Weise an dem Gehäuse 1 angebracht werden.

Wie es in Fig. 9 dargestellt ist, ist die Öffnungsplatte 15 axial mit der Halteeinrichtung 17 ausgerichtet, die sich in einem nicht-plastisch verformten Zustand befindet. Die Öffnungsplatte 15 und die Halteeinrichtung 17 werden an der Schweißstelle 19 an der stromabwärts liegenden Endfläche des Ventilsitzelements 7 befestigt. Die derart zusammengesetzte Einheit wird ausgehend von dem entfernten Ende des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 in den Kraftstoffdurchgang 2 eingefügt. Anschließend wird der Befestigungsabschnitt, d. h. die Seitenwand 17A, der Halteeinrichtung 17 an der Schweißstelle 18 an der inneren Umfangsoberfläche des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser befestigt, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Der Ventilhub L des Ventilelements 8 wird unter Verwendung einer Spannvorrichtung, wie z. B. einer Drückeinrichtung, auf die folgende Art und Weise eingestellt.

Wie es in Fig. 10 dargestellt ist, wird ausgehend von dem entfernten Ende des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 eine Spanneinrichtung 35 in den Kraftstoffdurchgang 2 eingefügt, um mit dem Trageabschnitt 17B der Halteeinrichtung 17 in Kontakt gebracht zu werden. Wie es in Fig. 11 dargestellt ist, wird anschließend das Ventilsitzelement 7 mit der Öffnungsplatte 15 in Richtung der stromaufwärts liegenden Seite des Kraftstoffdurchgangs 2 gedrängt, indem die Spannvorrichtung 35 gegen den Trageabschnitt 17B der Halteeinrichtung 17 gedrückt wird. In diesem Zustand wird der Ventilhubabschnitt 17C der Halteeinrichtung 17 plastisch verformt, um sich in Richtung der stromaufwärts liegenden Seite des Kraftstoffdurchgangs 2 zu erstrecken oder zu verlängern, so daß der Trageabschnitt 17B der Halteeinrichtung 17 zusammen mit der Öffnungsplatte 15 und dem Ventilsitzelement 7 um einen axialen Abstand ΔL in der Stromaufwärtsrichtung verschoben wird. Als Ergebnis wird der Ventilhub L des Ventilele-

ments 8 um den axialen Abstand ΔL verringert. Der Ventilhubabschnitt 17C hält das Ventilsitzelement 7 mit der Öffnungsplatte 15 in der axial verschobenen Stellung. Der verringerte Ventilhub L des Ventilelements 18 wird folglich beibehalten.

Wie es aus der obigen Erläuterung offensichtlich wird, können die Öffnungsplatte 15, die die vorbestimmte Dicke, beispielsweise etwa 0,05 bis 0,15 mm, aufweist, und die Öffnungen 16, die den vorbestimmten Durchmesser D, beispielsweise etwa 0,05 bis 0,14 mm, aufweisen, mit einer hohen Genauigkeit durch den Elektroformungsprozeß hergestellt werden. Im Vergleich zu den Öffnungen der herkömmlichen Öffnungsplatte, die durch Bohren, eine EDM-Bearbeitung oder dergleichen gebildet sind, kann der Durchmesser D jeder Öffnung 16 mit großer Gleichmäßigkeit verringert werden. Die Öffnungsplatte 15 kann folglich den Kraftstoff in einer Richtung aus den Öffnungen 16 parallel zueinander sprühen und kann den Kraftstoff zerstäuben, um feine Teilchen des Kraftstoffes durch die Öffnungen 16, die den relativ kleinen Durchmesser aufweisen, zu bilden. Dies kann dazu dienen, die stabile Verbrennung des Kraftstoffes beizubehalten und das Verhalten der Kraftstoffeinspritzrichtung zu verbessern.

Wenn die Anordnung der Halteeinrichtung 17 mit der Öffnungsplatte 15 an dem Ventilsitzelement 7 verschweißt ist, kann die Öffnungsplatte 15 ferner stabil auf dem Ventilsitzelement 7 getragen werden, wobei die Befestigungsfestigkeit der Öffnungsplatte 15 erhöht werden kann.

Außerdem kann die Operation des Anbringens des Ventilsitzelements 7, der Öffnungsplatte 15 und der Halteeinrichtung 17 an dem Gehäuse 1 ohne weiteres durchgeführt werden, indem das Ventilsitzelement 7, die Öffnungsplatte 15 und die Halteeinrichtung 17 als eine Einheit zusammengesetzt werden. Der Zusammenbau kann einfach durchgeführt werden, indem die untere Wand 17B der schalenförmigen Halteeinrichtung 17 zusammen mit der Öffnungsplatte 15 mit dem Ventilsitzelement 7 verschweißt und daraufhin die Seitenwand 17A der Halteeinrichtung 17 mit dem Gehäuse 1 verschweißt wird.

Außerdem kann der Ventilhubabschnitt 17C der Halteeinrichtung 17 die axiale Verschiebung des Ventilsitzelements 7 ermöglichen, so daß die Einstellung des Ventilhubes L des Ventilelements 8 einfach durchgeführt werden kann. Der Ventilhubabschnitt 17C kann ferner das Ventilsitzelement 7 an der axialen Verschiebungsposition halten, wodurch der eingestellte Ventilhub L beibehalten werden kann.

Bezugnehmend auf die Fig. 12 und 13 wird nun im folgenden ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert, das sich von dem ersten Ausführungsbeispiel hinsichtlich der Anordnung der Öffnungen der Öffnungsplatte unterscheidet. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Teile, wobei folglich detaillierte Erläuterungen derselben weggelassen werden.

Wie es in Fig. 12 dargestellt ist, umfaßt eine Öffnungsplatte 41 einen äußeren Randabschnitt 41A und einen Mittelabschnitt 41B, der innerhalb des äußeren Randabschnittes 41A angeordnet ist. Der äußere Randabschnitt 41A ist an die stromabwärts liegende Endfläche des Ventilsitzelements 7 geschweißt, und der Mittelabschnitt 41B liegt dem Auslaß 7A des Ventilsitzelements 7 gegenüber. Die Öffnungsplatte 41 wird entsprechend der Öffnungsplatte 15 des ersten Ausführungsbeispiels durch den Elektroformungsprozeß hergestellt. Die Öffnungsplatte 41 weist eine Mehrzahl von Öffnungen 42A und 42B auf, die um eine Mittelachse 01-01 angeordnet sind. Wie es in Fig. 12 gezeigt ist, sind die Öffnungen 42A in der linken Hälfte des Mittelabschnittes 41B hinsichtlich der Achse Y-Y angeordnet, wobei die Öffnungen

42B in der rechten Hälfte des Mittelabschnittes 41B hinsichtlich der Achse Y-Y angeordnet sind. Die Öffnungen 42A und 42B können den gleichen Durchmesser wie die Öffnungen 16 des ersten Ausführungsbeispiels haben.

Wie es in Fig. 13 dargestellt ist, weisen die Öffnungen 42A Achsen Z1 auf, die sich in einer Richtung A erstrecken, die in einem Winkel α_1 hinsichtlich einer Richtung der Dicke der Öffnungsplatte 41 geneigt sind, die parallel zu der Mittelachse 01-01 ist. Die Öffnungen 42A sind derart angeordnet, daß die Achsen Z1 in Ebenen liegen, die parallel zu einer Ebene sind, in der die Mittelachsen 01-01 und die Achse X-X liegen. Jede Öffnung 42A ist derart gebildet, daß die Öffnung 42A weiter von der Mittelachse 01-01 entfernt ist, wenn sich die Öffnung 42A in der Stromabwärtsrichtung erstreckt. Das heißt mit anderen Worten, wenn sich die Öffnung 42A in der Stromabwärtsrichtung erstreckt, wird der Abstand, der sich zwischen der Achse Z1 der Öffnung 42A und der Mittelachse 01-01 der Öffnungsplatte 41 erstreckt, größer.

Die Öffnungen 42B sind hinsichtlich der Mittelachse 01-01 in einer im wesentlichen symmetrischen Beziehung zu den Öffnungen 42A angeordnet. Die Öffnungen 42B weisen Achsen Z2 auf, die sich in einer Richtung B erstrecken, die hinsichtlich der Mittelachse 01-01 geneigt ist. Der Neigungswinkel stimmt mit dem Neigungswinkel α_1 für die Achsen Z1 der Öffnungen 42A überein.

Dieses Ausführungsbeispiel kann im wesentlichen die gleichen Wirkungen wie diejenigen des oben-beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels zeigen. Ferner kann die Öffnungsplatte 41 bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ermöglichen, daß Kraftstoff in den unterschiedlichen Richtungen A und B durch die Öffnungen 42A und 42B gesprüht wird. Selbst unter Verwendung einer einzigen Kraftstoffeinspritzeinrichtung, die die Öffnungsplatte 41 aufweist, kann folglich der Kraftstoff aus den Öffnungen 42A und 42B in den unterschiedlichen Richtungen in Richtung der entsprechenden Einlaßkanäle des Motors bei einer solchen Ausgestaltung der Einlaßkanäle eingespritzt werden.

Bezugnehmend auf die Fig. 14-18 wird nun im folgenden ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert, das sich von dem ersten Ausführungsbeispiel hinsichtlich der Struktur der Öffnungsplatte unterscheidet. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Teile, wobei folglich detaillierte Erklärungen derselben weggelassen werden.

Wie es in Fig. 14 dargestellt ist, umfaßt eine Öffnungsplatte 51 eine ringsförmigen Scheibenabschnitt 51A, der an die stromabwärts liegende Endfläche des Ventilsitzelements 7 geschweißt ist, und einen gewölbten Mittelabschnitt 51B, der dem Auslaß 7A des Ventilsitzelements 7 gegenüberliegt. Der gewölbte Mittelabschnitt 51B erstreckt sich von einem inneren Randbereich des Scheibenabschnitts 51A in der Stromabwärtsrichtung, d. h. in Richtung des entfernten Endes des Abschnittes 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1, wie es in Fig. 14 gezeigt ist. Der gewölbte Mittelabschnitt 51B ist durch Stanzen, Prägen oder dergleichen halbkugelförmig bzw. kugelsegmentförmig ausgebildet. Wie es in Fig. 17 dargestellt ist, erstreckt sich der gewölbte Mittelabschnitt 51B entlang einer hypothetischen Kugeloberfläche R1, deren Mittelpunkt 03 auf einer Mittelachse 02-02 der Öffnungsplatte 51 liegt. Eine Mehrzahl von Öffnungen 52 ist in dem gewölbten Mittelabschnitt 51B gebildet. Die Öffnungen 52 sind in einer beabstandeten Beziehung zueinander um die Mittelachse 02-02 und in einem geneigten Zustand bezüglich der Mittelachse 02-02 angeordnet. Die Öffnungen 52 können den gleichen Durchmesser wie die Öffnungen 16 des ersten Ausführungsbeispiels aufweisen. Jede der Öffnungen 52 ist in einer Richtung ausgerichtet, die sich im wesentlichen radial von dem Mittelpunkt 03

(oder entlang einer Richtung eines Krümmungsradiuses) des gewölbten Mittelabschnitts 51B erstreckt. Das heißt, jede Öffnung 52 erstreckt sich im wesentlichen entlang einer Richtung der Dicke des gewölbten Mittelabschnitts 51B. Die Öffnung 52 weist eine Achse Z3 auf, die sich entlang der Richtung der Dicke des gewölbten Mittelabschnitts 51B erstreckt. Die Richtung der Achse Z3 ist im wesentlichen mit der des Krümmungsradiuses des gewölbten Mittelabschnitts 51B ausgerichtet. Wenn sich die Öffnungen 52 in der Stromabwärtsrichtung erstrecken, wird folglich ein Abstand zwischen den Öffnungen 52, die jeweils zueinander benachbart sind, größer. Wenn das Ventilelement 8 in der offenen Stellung plaziert ist, fließt der Kraftstoff, der den Auslaß 7A des Ventilsitzelements 7 durchläuft, auf die stromaufwärts liegende Oberfläche des gewölbten Mittelabschnitts 51B. Der Kraftstoff wird dann aus den Öffnungen 52 gesprüht, um in den mehreren radialen Richtungen des gewölbten Mittelabschnitts 51B zerstäubt zu werden.

Die Öffnungsplatte 51 wird durch Stanzen bzw. Prägen, wie es in Fig. 18 gezeigt ist, aus einer Öffnungsplatte 55 hergestellt. Die scheibenförmige Öffnungsplatte 55 wird durch den Elektroformungsprozeß gebildet und weist eine Struktur auf, die der Öffnungsplatte 15 des ersten Ausführungsbeispiels entspricht. Die Öffnungsplatte 55 weist an einem Mittelabschnitt derselben eine Mehrzahl von parallelen Öffnungen 56 auf, die sich entlang der Richtung der Dicke durch dieselbe erstrecken. Die Öffnungsplatte 55 ist auf einem unteren Prägestempel 54 plaziert und wird auf einen mit einer Ausnehmung versehenen Abschnitt des unteren Prägestempels 54 durch einen oberen Prägestempel 53 gedrückt, der einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der entsprechend dem mit der Ausnehmung versehenen Abschnitt des unteren Prägestempels 54 konfiguriert ist. Die Öffnungsplatte 55 wird folglich zu der Öffnungsplatte 51 ausgestaltet, die den gewölbten Mittelabschnitt 51B mit den Öffnungen 52 aufweist.

Dieses Ausführungsbeispiel kann im wesentlichen die gleichen Wirkungen wie diejenigen des ersten Ausführungsbeispiels zeigen. Bei dem dritten Ausführungsbeispiel kann ferner der Kraftstoff, der durch die Öffnungen 52 gesprüht wird, in die unterschiedlichen Richtungen, die sich jeweils entlang der Richtung der Dicke des gewölbten Mittelabschnitts erstrecken, stark zerstäubt werden. Dies kann verhindern, daß sich feine Teilchen des gesprühten Kraftstoffes aneinander ansammeln, und daß sich dann grobe Kraftstoffteilchen bilden, die größeren Durchmesser als der Durchmesser der feinen Teilchen aufweisen. Folglich kann der gesprühte Kraftstoff in einem guten Zerstäubungszustand gehalten werden, wobei das Luft/Kraftstoff-Gemisch aus dem zerstäubten Kraftstoff und der Ansaugluft, das in den Motor eingebracht wird, stabil erzeugt werden kann. Außerdem kann die Öffnungsplatte 51 mit dem gewölbten Mittelabschnitt 51B ohne weiteres durch Stanzen oder Prägen der scheibenförmigen Öffnungsplatte 55 gebildet werden.

Bezugnehmend auf die Fig. 19-20 wird ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert, das sich von dem dritten Ausführungsbeispiel hinsichtlich der Anordnung der Öffnungen in der Öffnungsplatte unterscheidet.

Wie es in Fig. 19 dargestellt ist, umfaßt eine Öffnungsplatte 61 einen ringförmigen Scheibenabschnitt 61A und einen gewölbten Mittelabschnitt 61B, der sich von einem inneren Randbereich des Scheibenabschnitts 61A in der Stromabwärtsrichtung erstreckt. Der Scheibenabschnitt 61A ist an der stromabwärts liegenden Endfläche des Ventilsitzelements 7 befestigt, wobei der gewölbte Mittelabschnitt 61B dem Auslaß 7A des Abschnitts 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 gegenüberliegt. Der gewölbte Mittelabschnitt 61B ist durch Stanzen, Prägen oder dergleichen halb-

kugelförmig bzw. kugelsegmentförmig ausgestaltet. Wie es in Fig. 20 dargestellt ist, erstreckt sich der gewölbte Mittelabschnitt 61B entlang einer hypothetischen Kugeloberfläche R2, wobei deren Mittelpunkt O3 auf einer Mittelachse 04-04 der Öffnungsplatte 61 liegt. Der gewölbte Mittelabschnitt 61B steht, wie es in Fig. 20 dargestellt ist, nach unten, d. h. in der Stromabwärtsrichtung, vor. Wie es in Fig. 19 gezeigt ist, ist eine Mehrzahl von Öffnungen 62A in der linken Hälfte des gewölbten Mittelabschnitts 61B hinsichtlich der Achse Y-Y gebildet, und eine Mehrzahl von Öffnungen 62B in der rechten Hälfte des gewölbten Mittelabschnitts 61B hinsichtlich der Achse Y-Y gebildet. Die Öffnungen 62A und 62B können den gleichen Durchmesser wie die Öffnungen 16 des ersten Ausführungsbeispiels haben.

Wie es in Fig. 20 gezeigt ist, erstreckt sich jede der Öffnungen 62A in einer Richtung C und weist eine Achse Z4 auf, die um einen Winkel $\alpha 2$ hinsichtlich der Mittelachse 04-04 geneigt ist. Die Neigung der Achse Z4 ist derart festgelegt, daß ein Abstand zwischen der Achse Z4 und der Mittelachse 04-04 in Richtung der Stromabwärtsseite der Öffnungsplatte 61 größer wird. Die Achse Z4 ist ferner hinsichtlich einer Richtung der Dicke des gewölbten Mittelabschnitts 61B der Öffnungsplatte 61 geneigt. Die Öffnungen 62A sind derart angeordnet, daß die Achse Z4 in Ebenen liegt, die sich parallel zu einer Ebene befinden, in der die Mittelachse 01-01 und die Achse X-X liegen. Die Öffnungen 62B sind in einer im wesentlichen symmetrischen Beziehung zu den Öffnungen 62A hinsichtlich der Mittelachse 04-04 angeordnet. Jede Öffnung 62B weist eine Achse Z5 auf, die sich in einer Richtung D erstreckt, die hinsichtlich der Mittelachse 04-04 geneigt ist. Der Neigungswinkel der Achse Z5 stimmt mit $\alpha 2$ der Achse Z4 der Öffnung 62A überein.

Die Öffnungsplatte 61 wird unter Verwendung einer scheibenförmigen Öffnungsplatte hergestellt, die eine Mehrzahl von geneigten Öffnungen aufweist, wie es bei dem zweiten Ausführungsbeispiel erläutert wurde. Die scheibenförmige Öffnungsplatte wird gestanzt oder geprägt, um die Öffnungsplatte 61, die mit dem gewölbten Mittelabschnitt 61B versehen ist, herzustellen.

Dieses Ausführungsbeispiel kann im wesentlichen die gleichen Wirkungen wie diejenigen des oben beschriebenen dritten Ausführungsbeispiels zeigen. Der Neigungswinkel $\alpha 2$ der Achsen Z4 und Z5 der Öffnungen 62A und 62B kann ferner größer als der Neigungswinkel der Achsen Z3 der Öffnungen 52 des dritten Ausführungsbeispiels eingestellt werden. Falls der Neigungswinkel $\alpha 2$ größer eingestellt ist, kann der Kraftstoff aus den Düsen 62A und 62B in einem größeren Winkel in unterschiedliche Richtungen gesprüht werden, wie es beispielsweise durch die Pfeile C und D in Fig. 20 angegeben ist. Dies kann dazu dienen, den Kraftstoff durch die Öffnungen 62A und 62B in einem größeren Bereich zu zerstäuben.

Bezugnehmend auf die Fig. 21-22 wird ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung erörtert, das sich von dem dritten Ausführungsbeispiel bezüglich der Struktur der Öffnungsplatte unterscheidet.

Wie es in Fig. 21 dargestellt ist, weist eine Öffnungsplatte 71 einen ringförmigen Scheibenabschnitt 72 und einen gewölbten Mittelabschnitt 73 auf, der sich von einem inneren Randbereich des Scheibenabschnitts 72 in der Stromabwärtsrichtung erstreckt. Der Scheibenabschnitt 72 ist an der stromabwärts liegenden Endfläche des Ventilsitzelements 7 befestigt, und der gewölbte Mittelabschnitt 73 liegt dem Auslaß 7A des Abschnitts 1B mit kleinem Durchmesser des Gehäuses 1 gegenüber. Der gewölbte Mittelabschnitt 73 hat die Form einer Schale mit einer allgemeinen V-Form im Schnitt, wie es in Fig. 2 und 20 gezeigt ist. Wie es in Fig. 21

dargestellt ist, umfaßt der gewölbte Mittelabschnitt 73 zwei abgeschrägte Abschnitte 73A und 73B, die bezüglich des Scheibenabschnitts 72 geneigt und auf der linken und rechten Seite der Achse Y-Y angeordnet sind. Die abgeschrägten Abschnitte 73A und 73B sind miteinander verbunden, um die allgemeine Schalenform zu bilden. Jeder der abgeschrägten Abschnitte 73A und 73B weist eine im allgemeinen halbkugelförmige bzw. kugelsegmentförmige Gestalt auf, die einen Kugelabschnitt bildet. Wie es in Fig. 22 dargestellt ist, erstrecken sich die abgeschrägten Abschnitte 73A und 73B entlang hypothetischer Kugeloberflächen R3 bzw. R4. Die abgeschrägten Abschnitte 73A und 73B entsprechen einander im allgemeinen bezüglich Form und Größe hinsichtlich einer Ebene, in der die Mittelachse 05-05. Eine Mehrzahl von Öffnungen 74A ist in dem linken abgeschrägten Abschnitt 73A gebildet, und eine Mehrzahl von Öffnungen 74B ist in dem rechten abgeschrägten Abschnitt 73B gebildet. Die Öffnungen 74A und 74B können den gleichen Durchmesser wie die Öffnungen 52 des dritten Ausführungsbeispiels aufweisen.

Wie es in Fig. 22 gezeigt ist, erstreckt sich jede der Öffnungen 74A in einer Richtung E und weist eine Achse Z6 auf, die in einem Winkel $\alpha 3$ hinsichtlich der Mittelachse 05-05 der Öffnungsplatte 71 geneigt ist. Die Achse Z6 erstreckt sich entlang einer Richtung der Dicke des abgeschrägten Abschnitts 73A, d. h. entlang einer Richtung eines Krümmungsradiuses des abgeschrägten Abschnitts 73A. Jede der Öffnungen 74B in dem abgeschrägten Abschnitt 73B erstreckt sich in einer Richtung F und weist eine Achse Z7 auf, die wie die Achse Z6 um den Winkel $\alpha 3$ hinsichtlich der Mittelachse 05-05 geneigt ist. Die Achse Z7 erstreckt sich entlang einer Richtung der Dicke des abgeschrägten Abschnitts 73B, d. h. entlang einer Richtung eines Krümmungsradiuses des abgeschrägten Abschnitts 73B. Die Öffnungsplatte 71 wird auf eine entsprechende Art und Weise bezüglich der Herstellung der Öffnungsplatte 51 des dritten Ausführungsbeispiels gefertigt.

Das fünfte Ausführungsbeispiel kann im wesentlichen die gleichen Wirkungen wie das dritte Ausführungsbeispiel zeigen. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Öffnungen 74A und 74B ferner in den abgeschrägten Abschnitten 73A und 73B des gewölbten Mittelabschnitts 73 gebildet, wodurch der Kraftstoff, der durch die Öffnungen 74A und 74B gesprüht wird, in zwei Richtungen E und F zerstäubt werden kann.

Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf Kraftstoffeinspritzeinrichtungen begrenzt, die das Ventilelement 8 mit einem kugelförmigen Ventilkörper 11 aufweisen, wie es im Zusammenhang der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, wobei die Erfindung ferner auf Kraftstoffeinspritzeinrichtungen angewendet werden kann, die ein Nadelventilelement mit einem konischen Ventilkörper aufweisen.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung, mit folgenden Merkmalen:
einem Gehäuse (1) mit einem Endabschnitt (1B) und einem axialen Kraftstoffdurchgang (2), der sich durch den einen Endabschnitt (1B) erstreckt;
einem Ventilsitzelement (7), das in dem Kraftstoffdurchgang (2) an dem einen Endabschnitt (1B) des Gehäuses (1) angeordnet ist, wobei das Ventilsitzelement (7) einen Auslaß (7A) und einen Ventilsitz (7B), der den Auslaß (7A) umgibt, aufweist;
einem Ventilelement (8), das in dem axialen Kraftstoffdurchgang (2) angeordnet ist, um zwischen einer ge-

geschlossenen Stellung und einer vollständig offenen Stellung bewegbar zu sein, wobei das Ventilelement (8) einen Ventilkörper (11) aufweist, der sich mit dem Ventilsitz (7B) in Kontakt befindet, wenn das Ventilelement (8) in der geschlossenen Stellung plaziert ist, und sich nicht mit dem Ventilsitz (7B) in Kontakt befindet, wenn das Ventilelement (8) in der vollständig offenen Stellung plaziert ist;

einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung, die das Ventilelement (8) in Richtung der vollständig offenen Stellung bewegt; und

einer Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71), die in Strömungsrichtung hinter dem Auslaß (7A) in einer gegenüberliegenden Beziehung zu demselben angeordnet ist, wobei die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) mit einer Mehrzahl von Öffnungen (16; 42A, 42B; 52; 62A, 62B; 74A, 74B) ausgebildet und durch einen Elektroformungsprozeß hergestellt ist.

2. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner eine Halteeinrichtung (17) aufweist, die die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) trägt, wobei die Halteeinrichtung (17) in Strömungsrichtung hinter der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) angeordnet ist und zusammen mit der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) an dem Ventilsitzelement (7) befestigt ist.

3. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 2, bei der die Halteeinrichtung (17) einen Befestigungsabschnitt (17A), der an dem einen Endabschnitt (1B) des Gehäuses (1) befestigt ist, einen Trageabschnitt (17B), der an der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) befestigt ist, und einen Ventilhubereinstellungsabschnitt (17C) aufweist, der plastisch verformbar ist, um einen Ventilhub (L) des Ventilelements (8) einzustellen, wobei der Ventilhubereinstellungsabschnitt (17C) zwischen dem Befestigungsabschnitt (17A) und dem Trageabschnitt (17B) angeordnet ist.

4. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 3, bei der die Halteeinrichtung (17) eine allgemeine Schalenform hat und eine zylindrische Seitenwand (17A), die an einem inneren Randbereich des einen Endabschnittes (1B) des Gehäuses (1) befestigt ist, eine ringförmige scheibenförmige untere Wand (17B), die an einer stromabwärts liegenden Oberfläche (15B) der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) befestigt ist, und eine gekrümmte Eckwand (17C) aufweist, die sich zwischen der Seitenwand (17A) und der unteren Wand (17B) erstreckt.

5. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Öffnungsplatte (15; 51; 71) gegenüberliegende Oberflächen (15A, 15B) und eine Dicke (T) aufweist, die sich zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen (15A, 15B) erstreckt, wobei jede der Mehrzahl von Öffnungen (16; 52; 74A, 74B) eine Achse (Z3; Z6, Z7) aufweist, die sich entlang einer Richtung der Dicke (T) der Öffnungsplatte (15; 61; 71) erstreckt.

6. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Öffnungsplatte (41; 61) gegenüberliegende Oberflächen und eine Dicke (T) aufweist, die sich zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen erstreckt, wobei jede der Mehrzahl von Öffnungen (42A, 42B; 62A, 62B) eine Achse (Z1, Z2; Z4, Z5) aufweist, die hinsichtlich einer Richtung der Dicke (T) der Öffnungsplatte (41; 61) geneigt ist.

7. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Öffnungsplatte (51; 61; 71) einen ringförmigen Scheibenabschnitt (51A; 61A;

72), der an dem Ventilsitzelement (7) befestigt ist, und einen gewölbten Mittelabschnitt (51B; 61B; 73) aufweist, der sich stromabwärts von einem inneren Randbereich des ringförmigen Scheibenabschnitts (51A; 61A; 72) erstreckt, wobei die Mehrzahl von Öffnungen (52; 62A, 62B; 74A, 74B) in dem gewölbten Mittelabschnitt (51B; 61B; 73) gebildet ist.

8. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 7, bei der der gewölbte Mittelabschnitt (51B; 61B) eine halbkugelförmige oder kugelsegmentförmige Gestalt aufweist.

9. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 7, bei der der gewölbte Mittelabschnitt (73) eine allgemeine V-Form im Schnitt aufweist und durch zwei abgeschrägte Abschnitte (73A, 73B) gebildet ist, von denen jeder eine halbkugelförmige oder kugelsegmentförmige Gestalt aufweist.

10. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) gegenüberliegende Oberflächen (15A, 15B) und eine vorbestimmte Dicke (T), die sich zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen (15A, 15B) erstreckt, aufweist, wobei die vorbestimmte Dicke in einem Bereich von 0,05 bis 0,15 mm liegt, und wobei ein Durchmesser jeder der Öffnungen (16; 42A, 42B; 52; 62A, 62B; 74A, 74B) in einem Bereich von 0,05 bis 0,14 mm liegt.

11. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung, mit folgenden Merkmalen:
 einem Gehäuse (1), das einen axialen Kraftstoffdurchgang (2) mit einem Ende (1B) aufweist;
 einem Ventilsitzelement (7), das einen Auslaß (7A) definiert, der sich in einer Fluidkommunikation mit dem Kraftstoffdurchgang (2) befindet und axial mit demselben ausgerichtet ist;
 einem Ventilelement (8), das in einer axialen Richtung des Kraftstoffdurchgangs (2) bewegbar ist, wobei das Ventilelement (8) eine geschlossene Stellung aufweist, wenn sich das Ventilelement (8) mit dem Ventilsitzelement (7) in Kontakt befindet, um eine Fluidkommunikation zwischen dem Kraftstoffdurchgang (2) und dem Auslaß (7A) zu blockieren, und eine offene Stellung aufweist, wenn sich das Ventilelement (8) nicht mit dem Ventilsitzelement (7) in Kontakt befindet, um die Fluidkommunikation zwischen dem Kraftstoffdurchgang (2) und dem Auslaß (7A) zu ermöglichen;
 einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung, die den Ventilkörper (11) in die offene Stellung bewegt; und
 einer Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71), die angeordnet ist, um zusammen mit dem Ventilsitzelement (7) in der axialen Richtung des Kraftstoffdurchgangs (2) bewegbar zu sein, wobei die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) in Strömungsrichtung hinter dem Ventilsitzelement (7) angeordnet ist, wobei die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) mit einer Mehrzahl von Öffnungen (16; 42A, 42B; 52; 62A, 62B; 74A, 74B) gebildet ist.

12. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 11, die ferner eine Halteeinrichtung (17) aufweist, die konfiguriert ist, um plastisch verformbar zu sein, um eine einheitliche Bewegung des Ventilsitzelements (7) und der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) in der axialen Richtung des Kraftstoffdurchgangs (2) zu ermöglichen, wobei die Halteeinrichtung (17) in Strömungsrichtung hinter der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) angeordnet ist und die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) trägt.

13. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung

gemäß Anspruch 12, bei der die Halteeinrichtung (17) einen Befestigungsabschnitt (17A), der an dem Gehäuse (1) befestigt ist, einen Trageabschnitt (17B), der an der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) befestigt ist, und einen VentilhubEinstellungsabschnitt (17C) aufweist, der plastisch verformbar ist, um einen Ventilhub (L) zu variieren, der auf die Bewegung des Ventilelements (8) hin erzeugt wird.

14. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 13, bei der die Halteeinrichtung (17) eine allgemeine Schalenform hat und eine zylindrische Seitenwand (17A), die an einem inneren Randbereich des einen Endes (1B) des Gehäuses (1) befestigt ist, eine ringförmige, scheibenförmige, untere Wand (17B), die an einer stromabwärts liegenden Seitenfläche (15B) der Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) befestigt ist, und eine gekrümmte Eckwand (17C) aufweist, die sich zwischen der Seitenwand (17A) und der unteren Wand (17B) erstreckt.

15. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 11, bei der die Öffnungsplatte (15; 51; 71) gegenüberliegende Oberflächen (15A; 15B) und eine Dicke (T) aufweist, die sich zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen (15A; 15B) erstreckt, wobei jede der Mehrzahl von Öffnungen (16; 52; 74A, 74B) eine Achse (Z3; Z6, Z7) aufweist, die sich entlang einer Richtung der Dicke (T) der Öffnungsplatte (15; 51; 71) erstreckt.

16. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 15, bei der die Öffnungsplatte (51; 71) eine Mittelachse aufweist, wobei die Achse (Z3; Z6, Z7) jeder Öffnung (52; 74A, 74B) um einen vorbestimmten Winkel hinsichtlich der Mittelachse geneigt ist.

17. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 11, bei der die Öffnungsplatte (41; 61) gegenüberliegende Oberflächen und eine Dicke (T) aufweist, die sich zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen erstreckt, wobei jede der Mehrzahl von Öffnungen (42A, 42B; 62A, 62B) eine Achse (Z1, Z2; Z4, Z5) aufweist, die hinsichtlich einer Richtung der Dicke (T) der Öffnungsplatte (41; 61) geneigt ist.

18. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 17, bei der die Öffnungsplatte (41; 61) eine Mittelachse aufweist, wobei die Achse (Z1, Z2; Z4, Z5) jeder Öffnung (42A, 42B; 62A, 62B) um einen vorbestimmten Winkel hinsichtlich der Mittelachse der Öffnungsplatte (41; 61) geneigt ist.

19. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 11, bei der die Öffnungsplatte (51; 61; 71) eine Mittelachse aufweist, wobei jede der Mehrzahl von Öffnungen (52; 62A, 62B; 74A, 74B) eine Achse (Z3; Z4, Z5; Z6, Z7) aufweist, die um einen vorbestimmten Winkel hinsichtlich der Mittelachse der Öffnungsplatte (51; 61; 71) geneigt ist.

20. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 15, bei der die Öffnungsplatte (15; 51; 71) einen äußeren Randabschnitt (15A; 51A; 72), der an dem Ventilsitzelement (7) befestigt ist, und einen Mittelabschnitt (15B; 51B; 73) aufweist, der dem Auslaß (7A) des Ventilsitzelements (7) gegenüberliegt, wobei die Mehrzahl von Öffnungen (16; 52; 74A, 74B) in dem Mittelabschnitt (15B; 51B; 73) gebildet ist.

21. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 17, bei der die Öffnungsplatte (41; 61) einen äußeren Randabschnitt (41A; 61A), der an dem Ventilsitzelement (7) befestigt ist, und einen Mittelabschnitt (41B; 61B) aufweist, der dem Auslaß (7A)

des Ventilsitzelements (7) gegenüberliegt, wobei die Mehrzahl von Öffnungen (42A, 42B; 62A, 62B) in dem Mittelabschnitt (41B; 61B) gebildet ist.

22. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 16, bei der die Öffnungsplatte (51; 71) einen ringförmigen Scheibenabschnitt (51A; 72), der an dem Ventilsitzelement (7) befestigt ist, und einen gewölbten Mittelabschnitt (51B; 73) aufweist, der dem Auslaß (7A) des Ventilsitzelements (7) gegenüberliegt, wobei die Mehrzahl von Öffnungen (52; 74A, 74B) in dem gewölbten Mittelabschnitt (51B; 73) gebildet ist.

23. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 22, bei der der gewölbte Mittelabschnitt (51B) eine halbkugelförmige oder kugelsegmentförmige Gestalt aufweist, die einen Teil einer Kugel bildet, wobei der Mittelpunkt derselben auf der Mittelachse angeordnet ist.

24. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 22, bei der der gewölbte Mittelabschnitt (73) eine allgemeine Schalenform mit einer allgemeinen V-Form im Schnitt aufweist, wobei der gewölbte Mittelabschnitt (73) zwei abgeschrägte Abschnitte (73A, 73B), die miteinander verbunden sind, aufweist, wobei jeder der abgeschrägten Abschnitte (73A, 73B) eine im allgemeinen halbkugelförmige oder kugelsegmentförmige Gestalt aufweist.

25. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 18, bei der die Öffnungsplatte (61) einen ringförmigen Scheibenabschnitt (61A), der an dem Ventilsitzelement (7) befestigt ist, und einen gewölbten Mittelabschnitt (61B) aufweist, der dem Auslaß (7A) des Ventilsitzelements (7) gegenüberliegt, wobei die Mehrzahl von Öffnungen (62A, 62B) in dem gewölbten Mittelabschnitt (61B) gebildet ist.

26. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 25, bei der der gewölbte Mittelabschnitt (61B) eine halbkugelförmige oder kugelsegmentförmige Gestalt aufweist, die einen Teil einer Kugel bildet, deren Mittelpunkt auf der Mittelachse angeordnet ist.

27. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 11, bei der die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) durch einen Elektroformungsprozeß hergestellt ist.

28. Elektromagnetische Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Anspruch 27, bei der die Öffnungsplatte (15; 41; 51; 61; 71) gegenüberliegende Oberflächen (15A; 15B) und eine Dicke (T) aufweist, die sich zwischen den gegenüberliegenden Oberflächen (15A, 15B) erstreckt, wobei die Dicke (T) in einem Bereich von 0,05 bis 0,15 mm liegt, und wobei ein Durchmesser jeder der Öffnungen (16; 42A, 42B; 52; 62A, 62B; 74A, 74B) in einem Bereich von 0,05 bis 0,14 mm liegt.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG.1

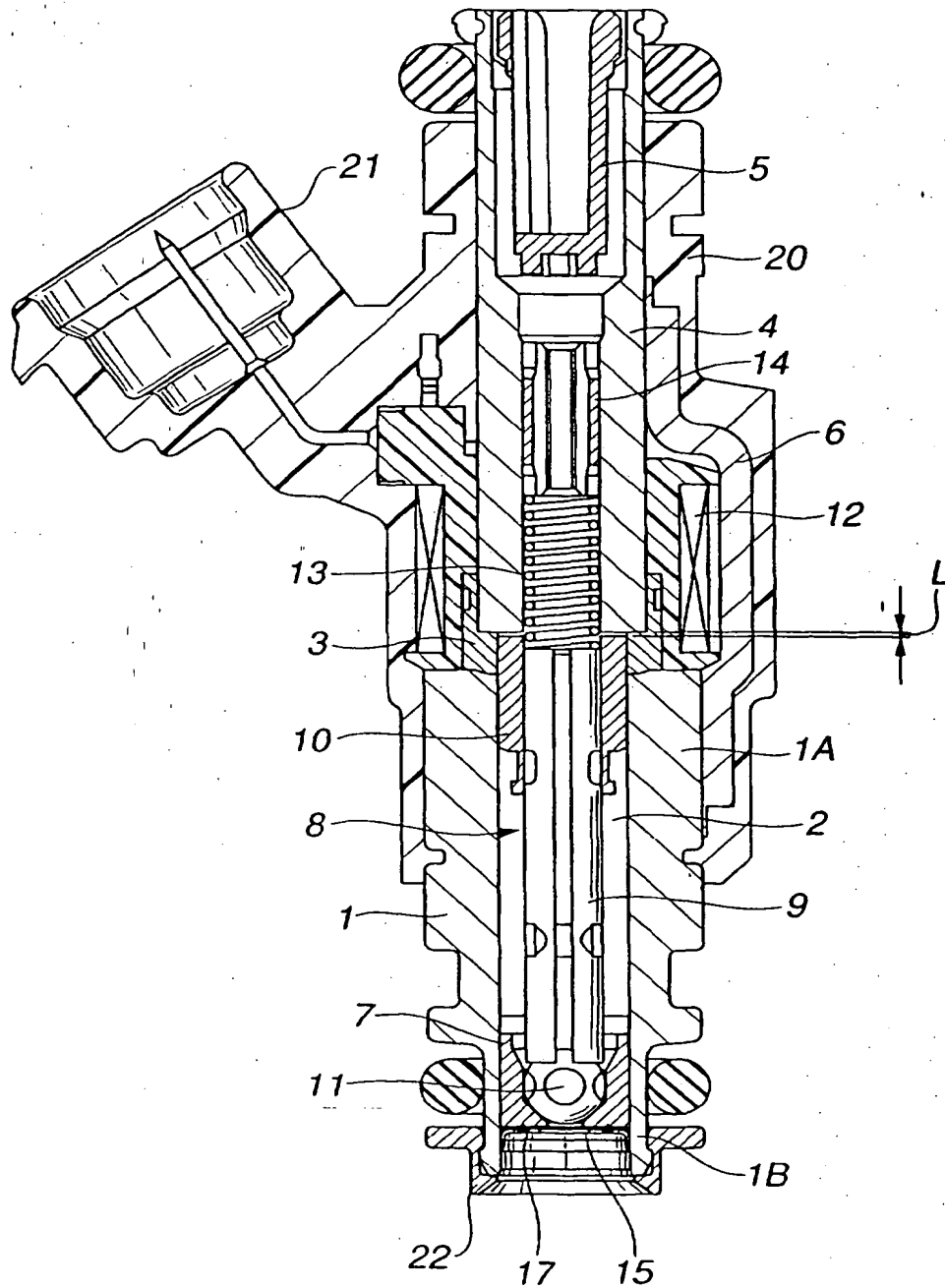


FIG.2

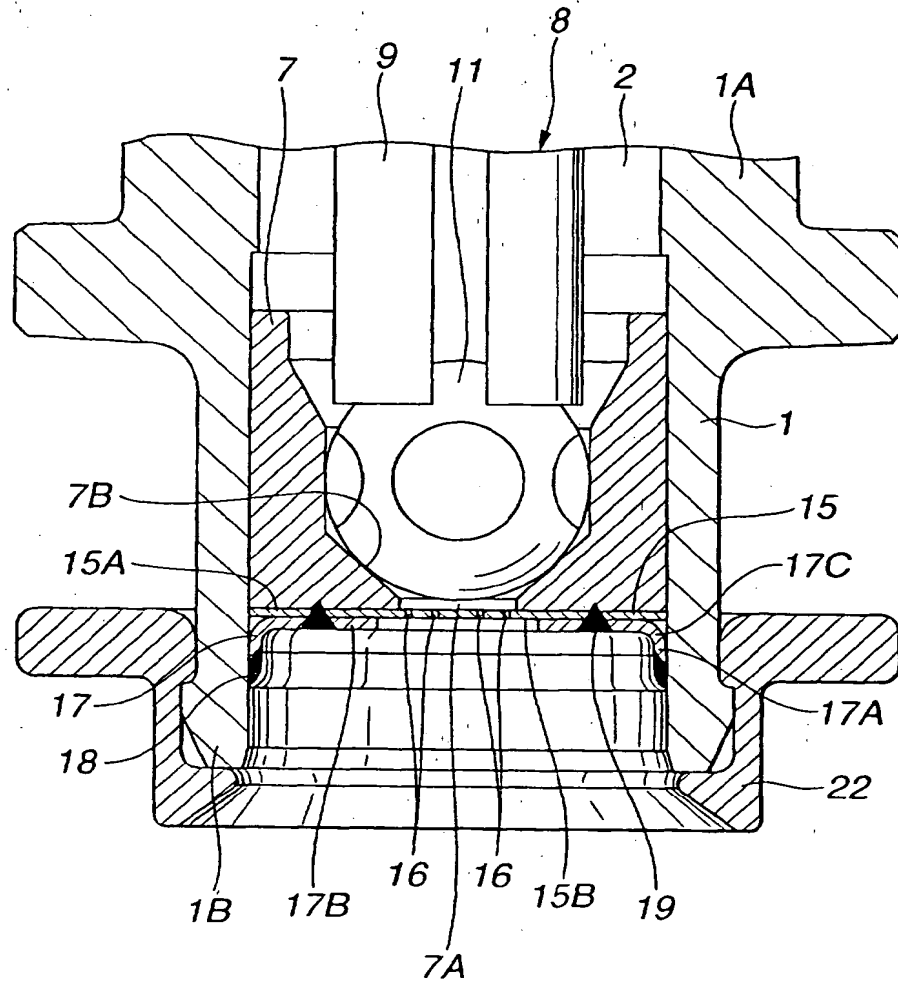


FIG.3

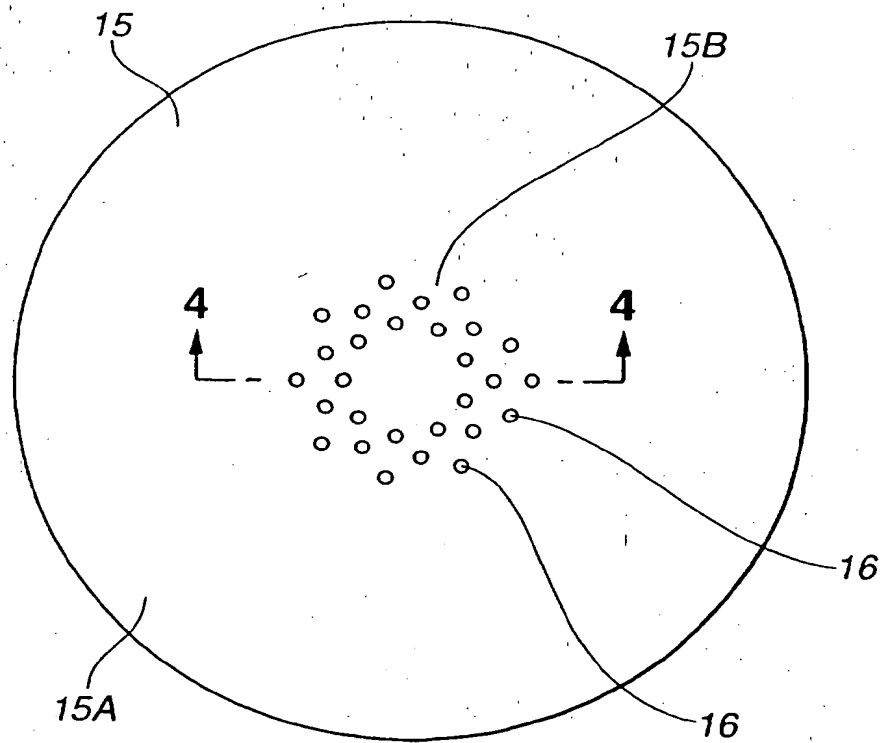
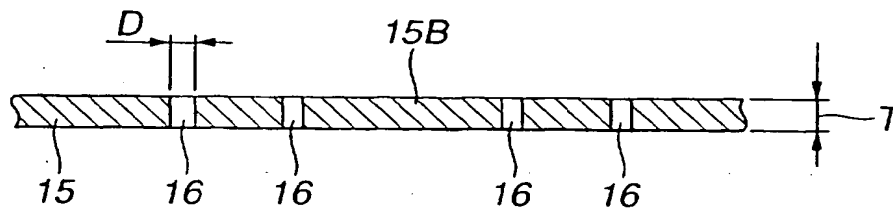


FIG.4



THIS PAGE BLANK (CSPT0)

FIG.5

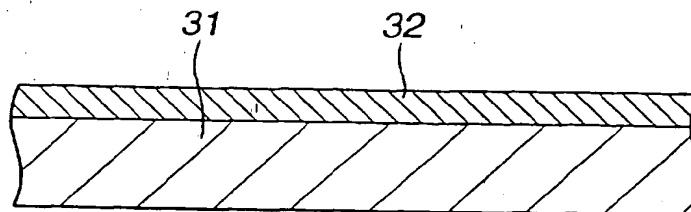


FIG.6

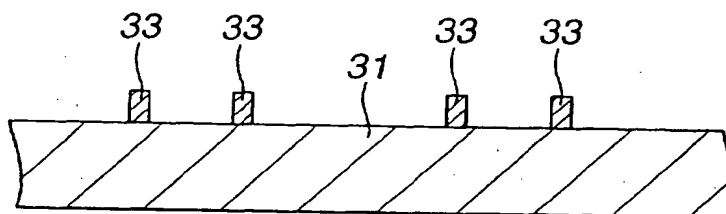


FIG.7

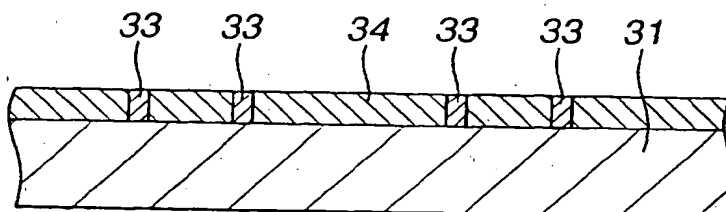
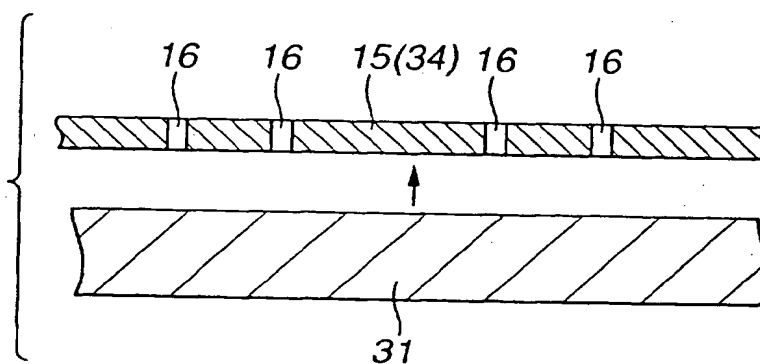


FIG.8



THIS PAGE BLANK (USPTO)

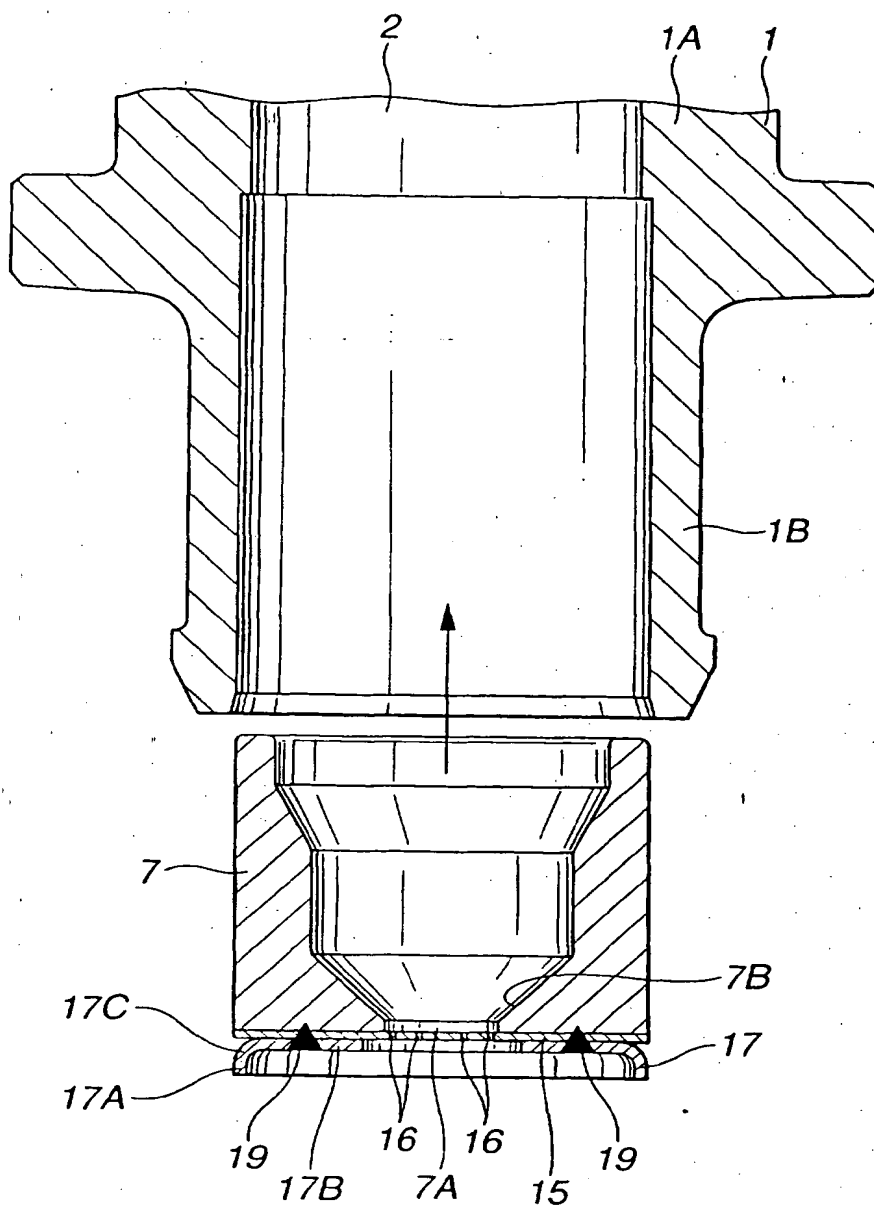


FIG.10

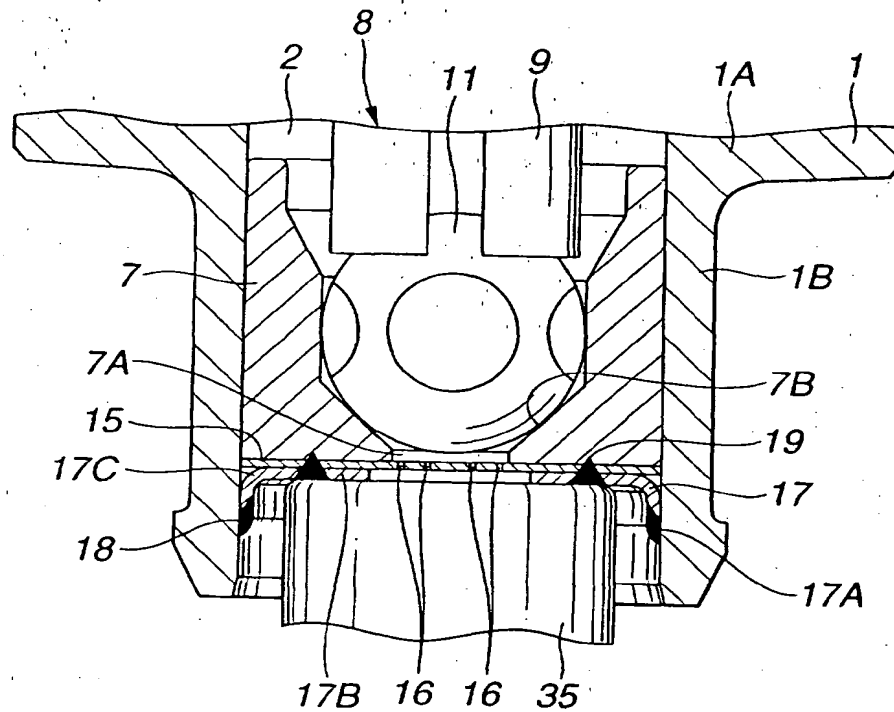


FIG. 11

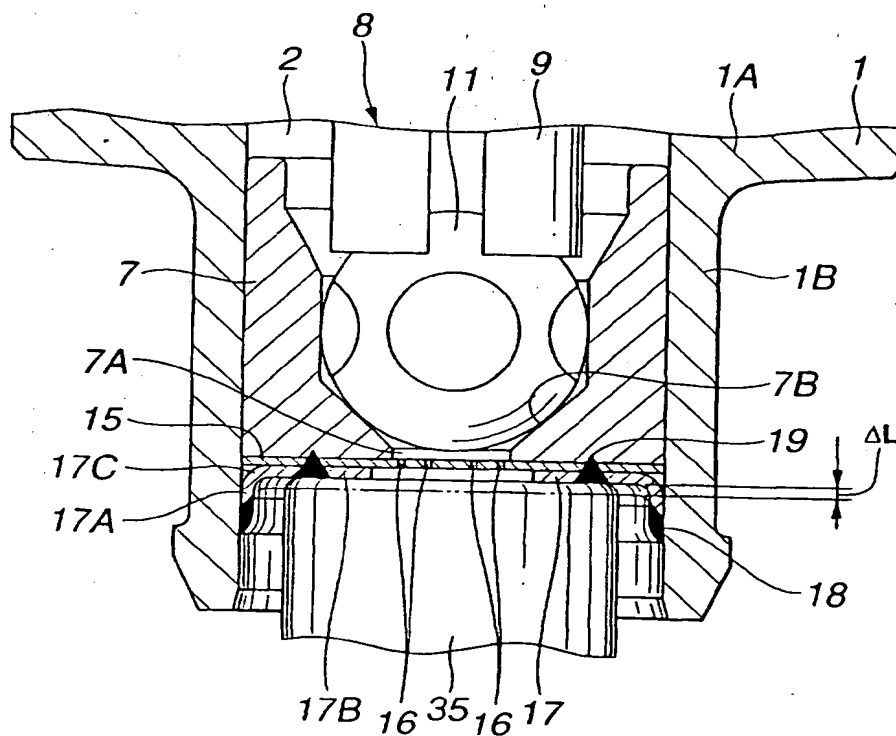


FIG.12

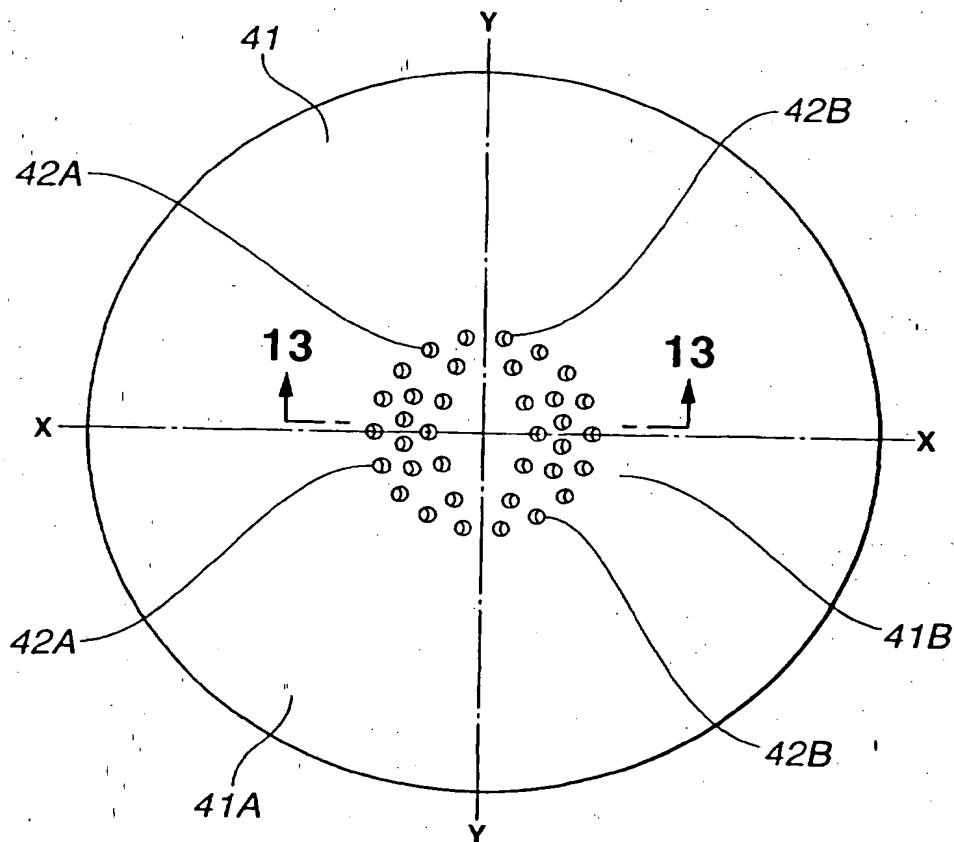


FIG.13

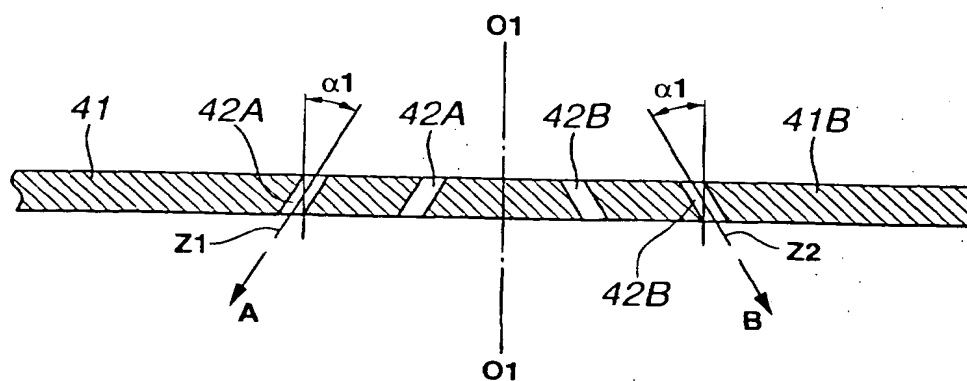


FIG.14

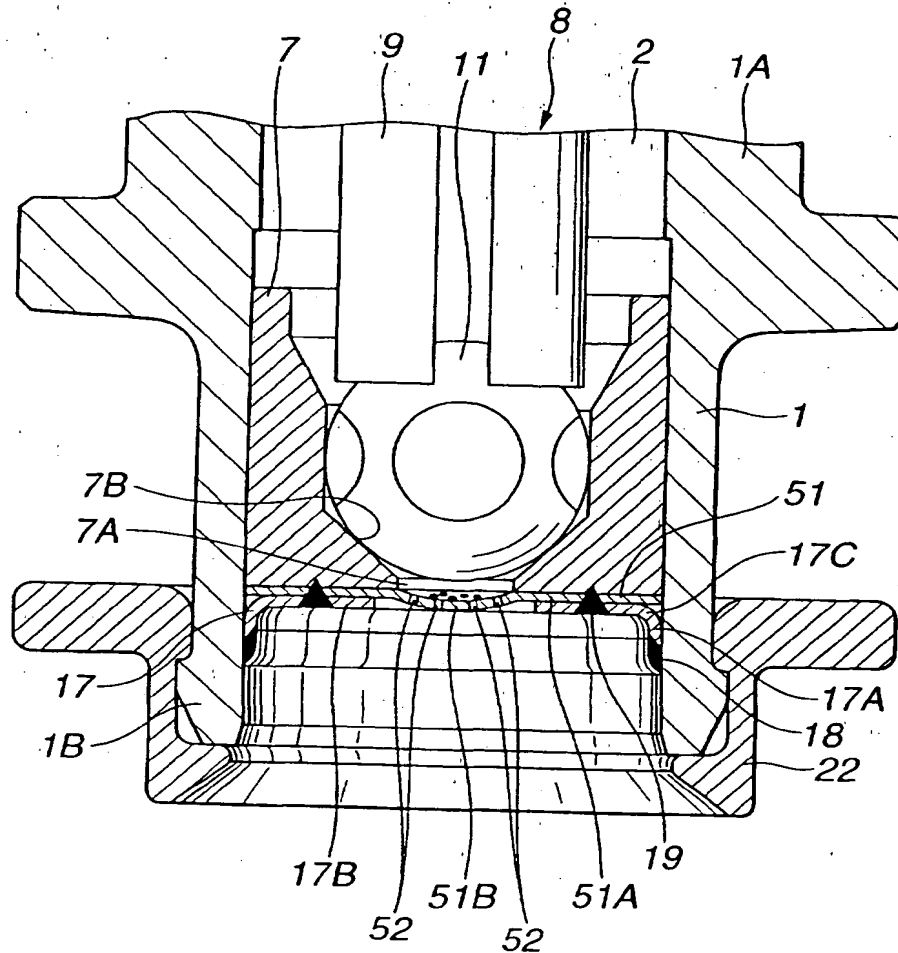


FIG.15

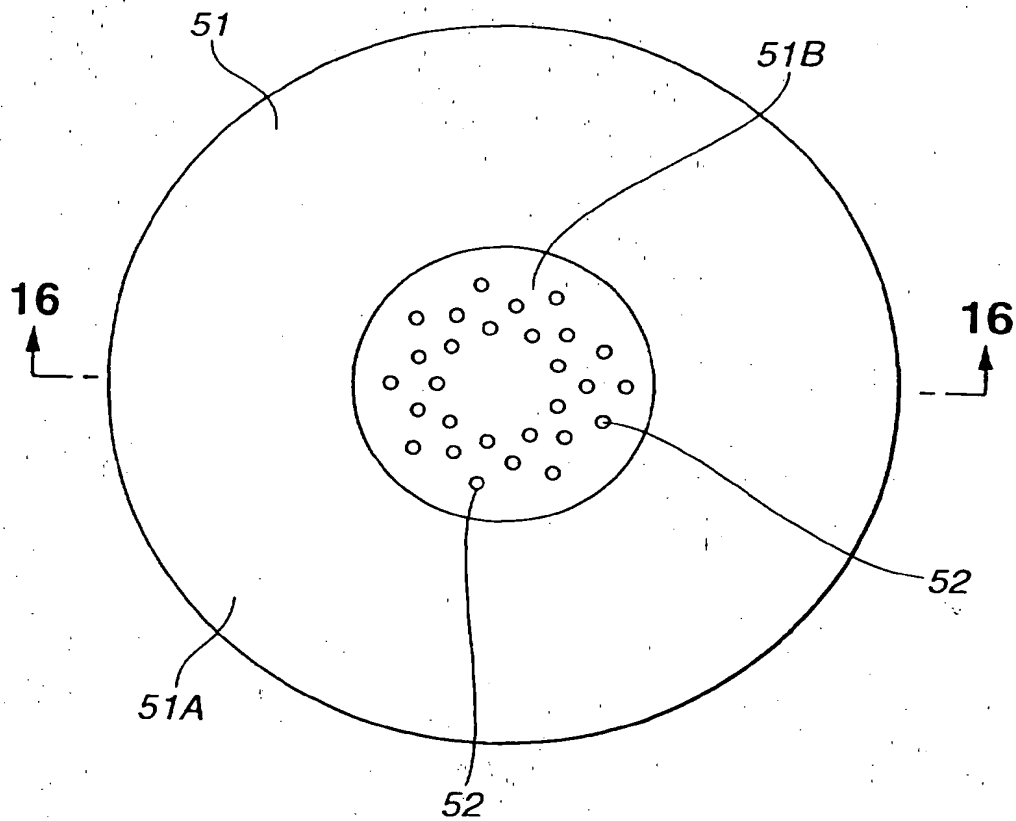


FIG.16

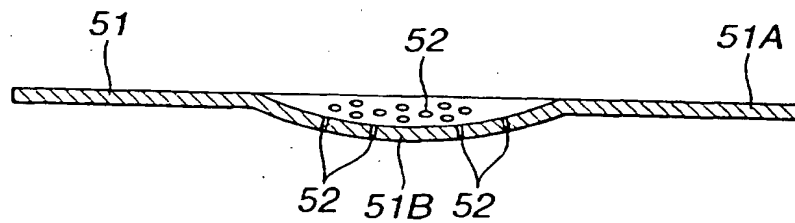


FIG.17

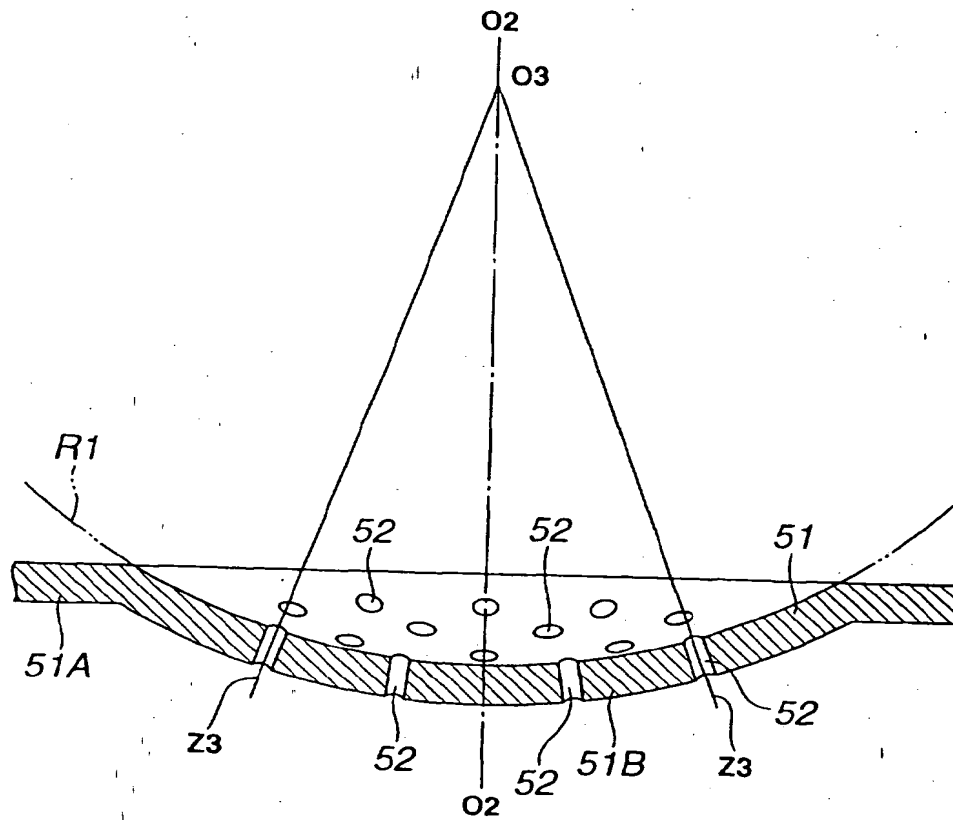


FIG.18

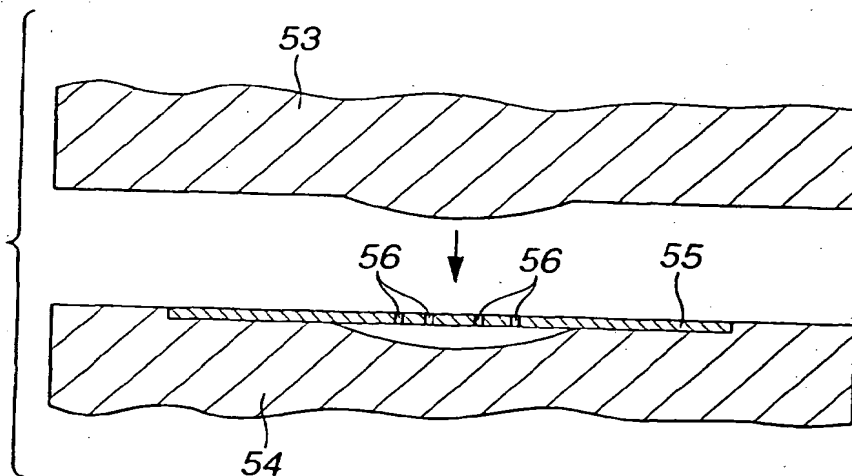


FIG.19

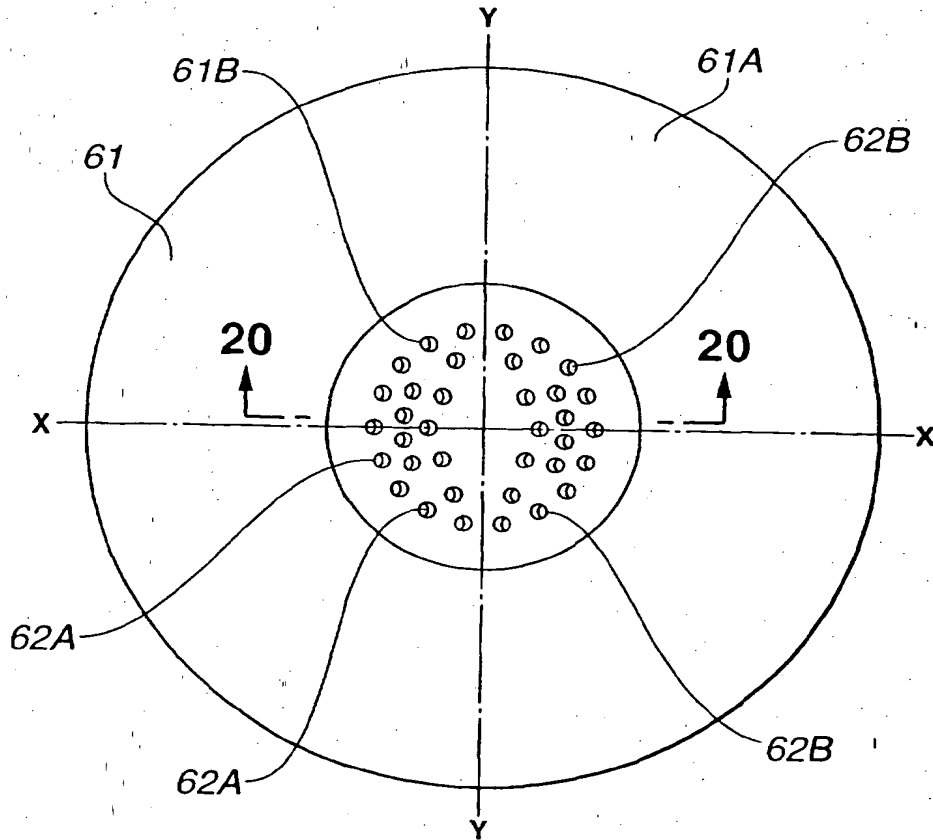


FIG.20

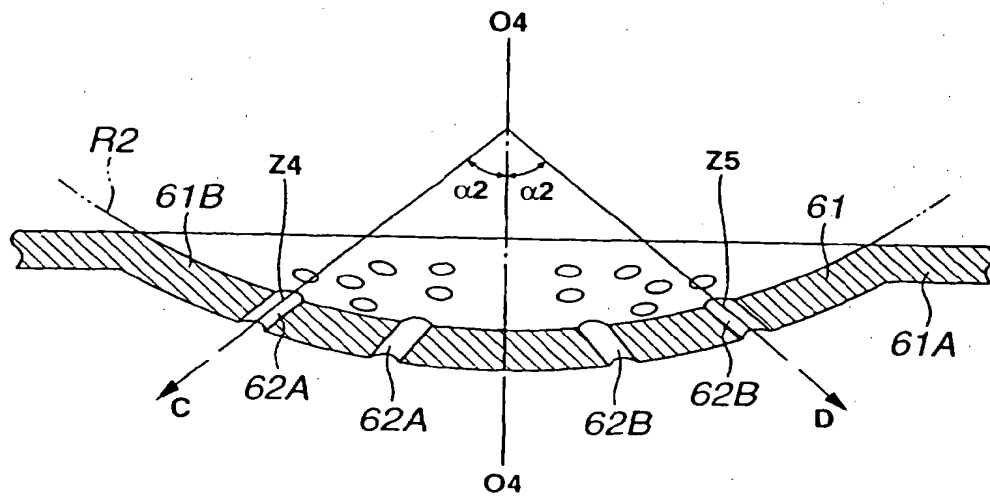


FIG.21

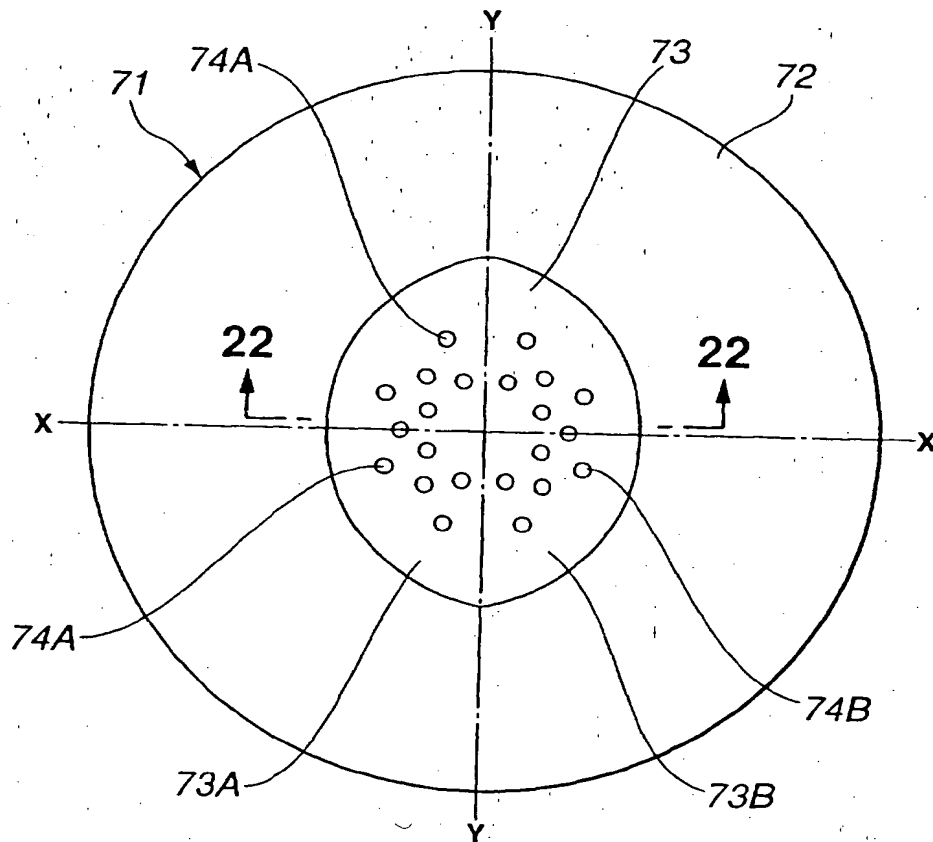


FIG.22

